

Die MINT-Idee! Tauglich für die Schule?

Ein Konzept zwischen Vision und Realität in einer
soziotechnischen Replik

*Tagung der Deutschen Gesellschaft für Technische Bildung
26.09.2014 Oldenburg*

*DLR Stuttgart - Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung
Prof. Dr. Uwe Pfenning*



Wissen für Morgen



Ursachenforschung I: Eine MINT-Biographie

VOM FACHKRÄFTEMANGEL ZUR BILDUNGSDEBATTE

Anfang 2000 begann eine erneute Debatte über den Fachkräftemangel in Ingenieurberufen. Da es sich um eine Neuauflage vergleichbarer vorheriger Debatten handelte (1992, 1995/96), kam die Frage auf, ob es strukturelle Ursachen dafür gab und welche Mittel dauerhaft gegen solche Mangelphasen möglich sind.

LANGFRISTIGE NACHHALTIGE LÖSUNG DURCH TECHNIKBILDUNG

Ein Lösungsansatz (neben Rekrutierung von Absolventen) war die Implementation einer Technikförderung über Technikbildung, um mehr Talente zu gewinnen und zu fördern. Dadurch sollte mittelfristig der Fachkräftebedarf gesättigt werden.

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE UND SCHULISCHE TECHNIKBILDUNG

In der Konsequenz begann „die“ Wirtschaft außerschulische Lernorte mit dem Ziel der Talentförderung aufzubauen und über die Berufsverbände wurde die Forderung nach einer schulischen Technikförderung positioniert.



Altersstruktur und demographischer Wandel: Ersatzbedarf zukünftig nicht mehr zu decken

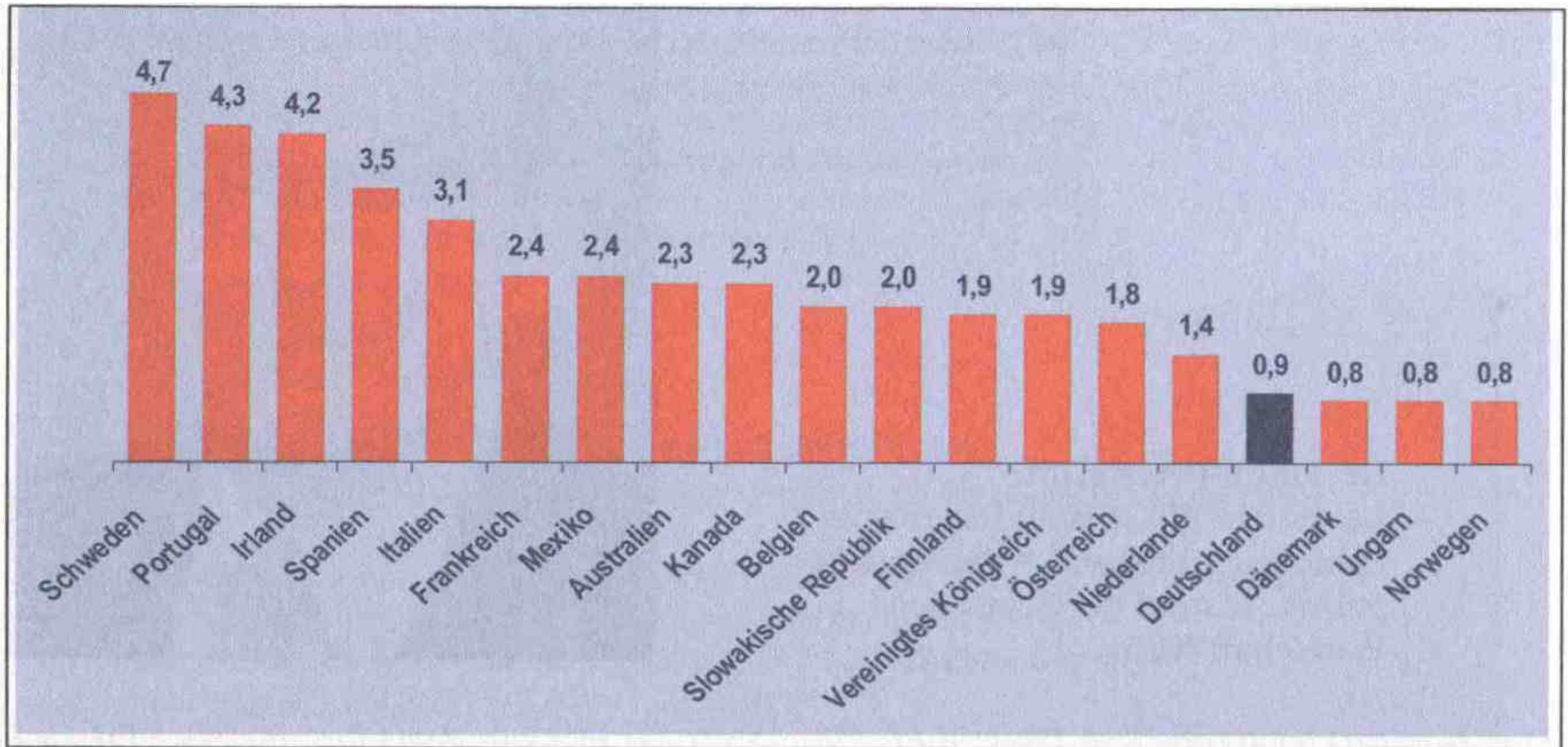


Abb. 1: Ingenieurersatzraten international - jüngere pro ältere Ingenieure (Jüngere: 25-34-Jährige mit tertiärem Abschluss und 30-39-Jährige mit Promotion; Ältere: 55-64-Jährige).
Quelle: OECD (2007), S. 44, Stand: 2004

Ursachenforschung II: Die PISA-Paralleldebatte

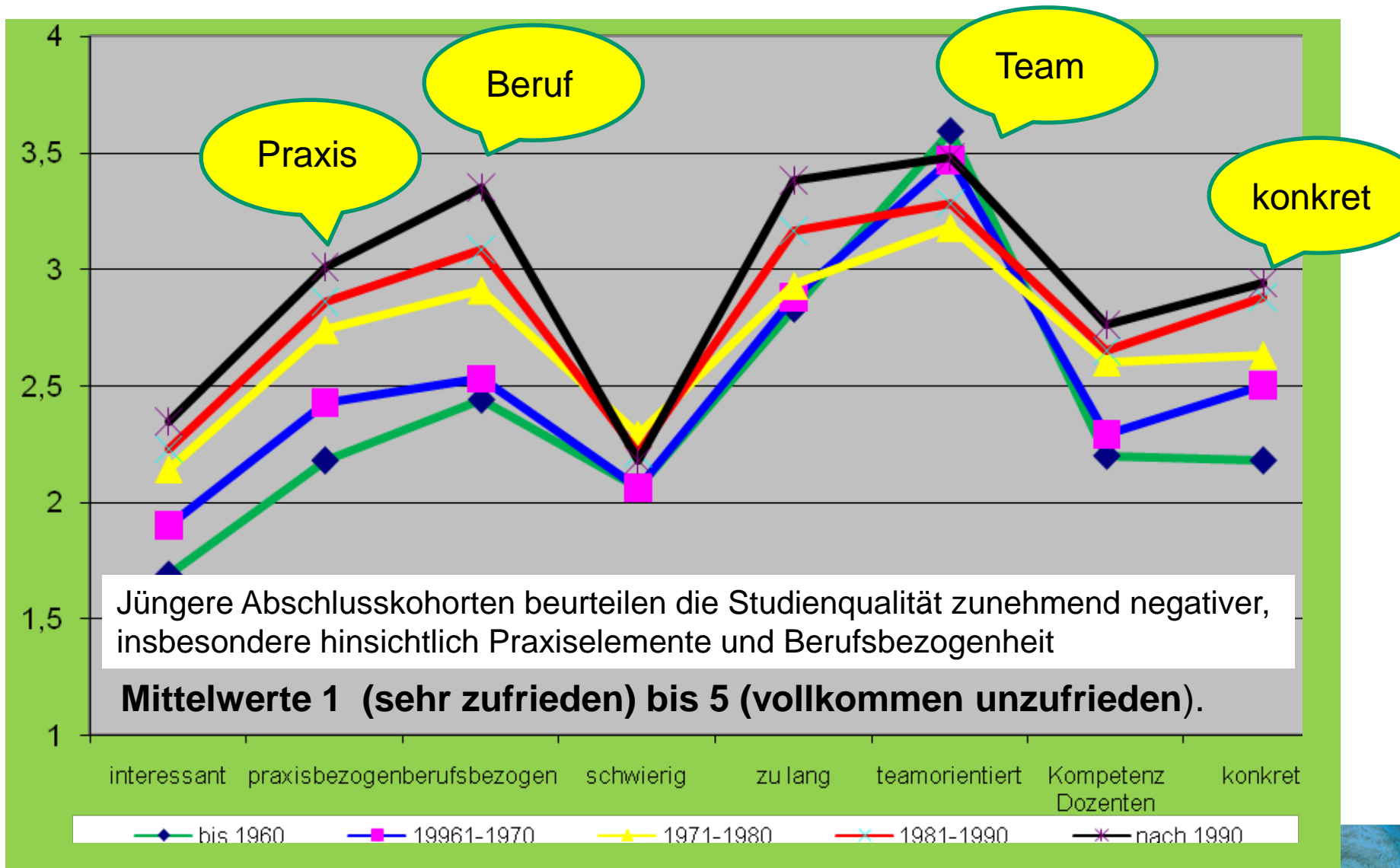
VOM „ING“ ZUM MINT

Verstärkt wurde diese Forderung nach einer technischen Bildung durch negative Entwicklungen im Bildungssystem und den Resultaten zu möglichen Effekten des demographischen Wandels in Deutschland:

- Rückläufige Immatrikulationszahlen in vielen Naturwissenschaftlichen und fast allen ingenieurwissenschaftlichen Fächern an Schulen (Leistungskurse) und Hochschulen
- Der PISA-Schock, der vor allem zu medialen und politischen Druck führte im Bildungsbereich die MINT-Fächer besser zu fördern
- Aspekte des rückläufigen Anteils junger Menschen an der Gesamtbevölkerung durch Effekte des demographischen Wandels und daraus resultierenden niedrigeren Immatrikulationszahlen.



Einschätzung der Zufriedenheit mit dem Studium von Abschlusskohorten von Ingenieuren 1900-2002 (in 10-Jahreskohorten, Ing-Barometer 2002, Uni Stuttgart)



Ursachenforschung III: ISBM - Die Wissenschaft

Die wissenschaftliche Debatte: ISBM, Didaktik, acatech, PUSH, WiKo

Zeitgleich erhielt die ohnehin seit Jahr(zehnt)en geführte wissenschaftliche Debatte über didaktische und inhaltliche Bildungsreformen dadurch Auftrieb und rückte mehr in den Fokus der Forschungsförderung und der wissenschaftlichen Politikberatung.

- auf EU-Ebene und die OECD forcierten Studien zu den Effekten des favorisierten ISBM-Konzeptes als forschungsorientierten Lernens
- Die Neurowissenschaften falsifizierten tradierte Annahmen zu basalen Lerntheorien (Piaget: Abstraktionsvermögen)
- Formate der Wissenschaftskommunikation sollten diese mehr öffentlich bekannt und attraktiv machen (Science Center, PUSH-Programm)
- Es entstand die nationale Akademie der Technikwissenschaften als Gremium der Politikberatung und als Forum der Kooperation mit der Wirtschaft



Ursachenforschung IV: TECHNIKEMANZIPATION

Im Bereich der Wissenschaftstheorie und der Legitimationsdebatte, welche Fächer den klassischen und tradierten Fächerkanon ergänzen sollten (u.a. meldete auch die Wirtschaft Bedarfe an) kommt einem veränderten Wissenschaftsverständnis von Technik eine große Bedeutung zu.

Technikemanzipation meint die Auffassung, dass moderne Technologien einen signifikanten Beitrag zum Erklären und Verstehen der Welt leisten (Astroteleskope, Rastermikroskop, CERN, ISS u.v.a.) als basale Kriterien einer Wissenschaft (analog zu den Naturwissenschaften). Technik ist aus dieser Perspektive längst nicht mehr anwendungsorientierter Appendix der Naturwissenschaften noch rein auf Gestalten und Gestaltung reduziert,

Technik wäre damit den anderen MIN-Fächern als Wissenschaft gleichgestellt. Und wäre ein allgemeines Bildungs- und Kulturgut mit dem Anspruch Teil der Allgemeinbildung zu werden!



Beispiele zur Technikemanzipation

- Hubble-Teleskop: Neuer Blick auf Kosmos = neue Big-Bang-Theorien
- Rastermikroskop: Blick auf Atome = Bestätigung naturwiss. Theorien
- CERN: Blick hinter die Atome = neue Teilchenlehre (Axione und Higgs)
- ISS = Leben im Weltraum
- Bionik + Photonik = neue Mischtypen von Wissenschaften
- Mix-Berufe: Chemieingenieur, Mechatroniker = berufliche Synergien
- Gentechnologie = neuer Blick auf die Evolution und Vererbungstheorien



Ursachenforschung V: TECHNIKMÜNDIGKEIT

Die Interpretation der Technik in Alltag, Freizeit und Beruf sowie durch Systemtechnologien der Daseinsvorsorge (Energie, Infrastruktur) bedingt eine individuelle Urteilsfähigkeit zu diesen Produkt- und Systemtechnologien als Bildungsziel der Moderne.

Dazu zählen:

- basales Wissen zur technischen Funktionsweise
- Darstellung der basalen Zusammenhänge von Technik und Gesellschaft
- Darstellung der gesellschaftlichen Folgen der jeweiligen spezifischen Technologien hinsichtlich Chancen und Risiken, Folgen und Kosten
- Basales Anwendungswissen (Office und Smart-Systeme, Internet)
- Akzeptanz und Akzeptabilität

Diese Notwendigkeit legitimiert Technik in sozialer Argumentation als allgemeines Bildungsgut.



Ursachenforschung VI: von MIN zu MINT

Folgt man der Annahme, dass Technik dergestalt Teil der Allgemeinbildung sein muss (sic!), ergeben sich zwei grundlegende Pfade ihrer Implementation:

- a) Eigenständiges Fach mit eigener Fachdidaktik
- b) Komplementäres Fach in einen oder mehreren der bestehenden MINs
- c) Aufbau eines neuen MINT-Faches mit interdisziplinärer Didaktik

(A) Ist administrativ aufwendig (neue Techniklehrer), konfliktreich (Stundendeputate von anderen Fächern) und wissenschaftlich tradiert (bestehende Fachdidaktik).

(B) ist pragmatisch am einfachsten umzusetzen, stellt aber die Frage in welchem MIN-Fach Technik zu integrieren wäre, oder mithin in allen anderen drei Fächern (=MINT)? Und (c) ist innovativ, ambitioniert und herausfordernd, aber auch mit dem größten Risiko des Scheiterns verbunden.



Grobübersicht zur Technikbildung (Quelle LPE, 2009)

Flickenteppich Technikbildung

Fachtypus	Schulform			
	Grundschule	Sekundar- stufe I (HS und RS)	Sekundar- stufe I (gymnasial)	Sekundar- stufe II
Pflichtfach	3	3	1	1
Technikthemen im Wahlpflichtfach	0	6	5	5
Technikthemen im Fächerverbund	12	7	7	3
Ohne Technikthemen	1	0	3	7



Ursachenforschung VII: MIN-MINT als WIN-WIN

Technik als Querschnittsfach = fachübergreifend durch Themen- und Projektbezüge, spezifisch für Wissensvermittlung

Technische Medien in anderen Fächern = übergreifender Einsatz technischer Medien in Sprachen (Sprachlabor, Sprachprogramme), Informatik (Computer) und Naturwissenschaften (Experimente)

Schulisches Techniklabor = Wie technisch muss Technik vermittelt werden, um seriös zu wirken, zwischen Semiprofessionalität und Papier mit Uhu

Mathe und Technik = Abstrahierungs -und Abstraktionsvermögen, Formellehre

Informatik und Technik (Visualisierung) = Programme, CAD-Systeme

Naturwissenschaften und Technik

- Physik und Technik = Thermodynamik, Energie und Kraft, Entropie)
- Biologie und Technik = Bionik
- Chemie und Technik = Chemik (? Synthetisierungstechnologien)



Bestandsaufnahme I: Effekte der Debatte(n)

INSTITUTIONALISIERUNG

Mit acatech und seit 2011 mit dem Nationalen MINT-Gipfel und diversen Beratungsgremien wurde die MINT-Bildung institutionalisiert und damit dauerhaft zum Gegenstand der Forschung bzgl. a) Best Practice, b) Evaluation der Bemühungen im Bildungsbereich und c) Bildungsinnovationen

AUSSERSCHULISCHE LERNORTE ...

Haben sich als Institutionen etabliert, nach einer Boomphase 2000-2010 erfolgt derzeit eine Konsolidierung über Schülerforschungszentren, den Verein Lernort Labor, Stiftungsinitiativen und die Science Center der 4. Generation. Sie sind institutionell eine Erfolgsgeschichte. Konzeptionell stehen sie eher am Anfang. Real sind sie gut frequentiert. Latent sind sie eine beständige Kritik an der MINT-Bildung im Bildungssystem und didaktisch ein Kontrastprogramm.

REFORM DER LEHRPLÄNE HIN ZUR TECHNIKBILDUNG

Bundesweit bemühen sich die Länder um eine fragmentierte Einführung technischer Bildung in den allgemeinbildenden Schulen.



Bestandsaufnahme II: Effekte der Genderasymmetrie

GENDERASYMMETRIE

Der gering eingeschätzte Frauenanteil in MINT-Fächern, Studiengängen und Berufen führte zu gesonderten Maßnahmen der Genderförderung (Kompetenzzentrum Gender und Diversity). Zugleich war damit aber eine zuerst latente, nunmehr manifeste Debatte über Bildungsziele in den MINT-Fächern verbunden.

- Vermittlung des sozialer Sinns von Technik als Teil der Technikbildung
- Einführung und Erprobung monoedukativer Bildungsformate in MINT-Fächern
- Erhöhte Bedeutung von Softskills und sozialer Kompetenzvermittlung in der Ingenieurausbildung
- Maßnahmen und Programme zur besseren Familienfreundlichkeit der Ingenieurberufe
- Technisch interessierte Frauen präferieren Interdisziplinarität



Ausdifferenzierung der MINT-Bildung Zwischen Talentförderung und Breitenwirkung Masterplan I: BREITEN-MINT

- MINT-Bildung für alle (Breiten-MINT)

- a) Mathematik und Naturwissenschaften sind Teil des schulischen Fächerkanons, Informatik dito, nur bei der Technik mangelt es an schulischer Präsenz. Aber es gilt: Ohne Technik ist MINT MINimum!
- b) Denn Technik hat sich als erklärende Wissenschaft etabliert und unsere Gesellschaft ist durchgehend technisiert.
- c) Didaktische Zielsetzungen von Breiten-MINT können sein:
 - Technikmündigkeit -> individuelle Beurteilungskompetenz
 - Technikemanzipation -> modernes Wissenschaftsverständnis
 - Techniksozialisation -> Aufzeigen von Technikbezügen
 - sozialer Techniksinn -> Zusammenhänge Gesellschaft + Technik
 - MINT-Didaktik -> Interdisziplinäre neue Didaktik (ISBM)
 - Technikverständnis -> Philosophische Aspekte und Bezüge



Masterplan II: SPITZEN-MINT

- Talentförderung

- a) Schüler/innen, die sich besonders für MINT interessieren, haben einen Anspruch auf eine gesonderte Förderung ihrer Talente. Dieser Anteil umfasst ca. 25-30% von Schüler/Innen (humanistisches Bildungsideal)
- b) Die Schule allein kann dies nicht leisten, weil der Freizeitbereich zunehmend in der individuellen Biographie (Pubertät u.a.) bedeutsam wird. Technikvermittlung muss deshalb auch Freizeitangebote außerhalb der Schule einschließen. Dies ist die vorrangige Aufgabe von außerschulischen projektbezogenen Lernorten
- a) Lernziele sollten sein:

Wissensvermittlung durch Leistungskurs Technik
Spezifizierung auf ausgewählte, gesellschaftlich zentrale Technologien
Praktika mit Ernstcharakter (TheoPrax) zum beruflichen Selbsttest
Stärkung intrinsischer Motivlagen durch Praxisbezüge und Experimente
ISBM-Lerndidaktik und Selbstbild / Selbstwirksamkeit
Soziale Kompetenzen der Technikbildung: Team und Softskills



Die Perspektive der Zielgruppen

Wie steht es mit den Interessen der Zielgruppen. Ob und wie lassen sich diese in die MINT-Technik-Debatte einbringen?

- Interesse an Themen der MINT-Disziplinen
- Spielerische Bezüge in Kindheit und Jugend, Hobby und Freizeit
- Zunehmende autodidaktische Lerntendenzen?
- Interesse an Praxis und Projekten. Sind Praxis und Projekte vermehrt interdisziplinär? Haptische Fertigkeiten und intellektuelle Fähigkeiten
- Philosophische, sozio-kulturelle, sozio-technische Lerninhalte
- Sozialer Sinn von MINT



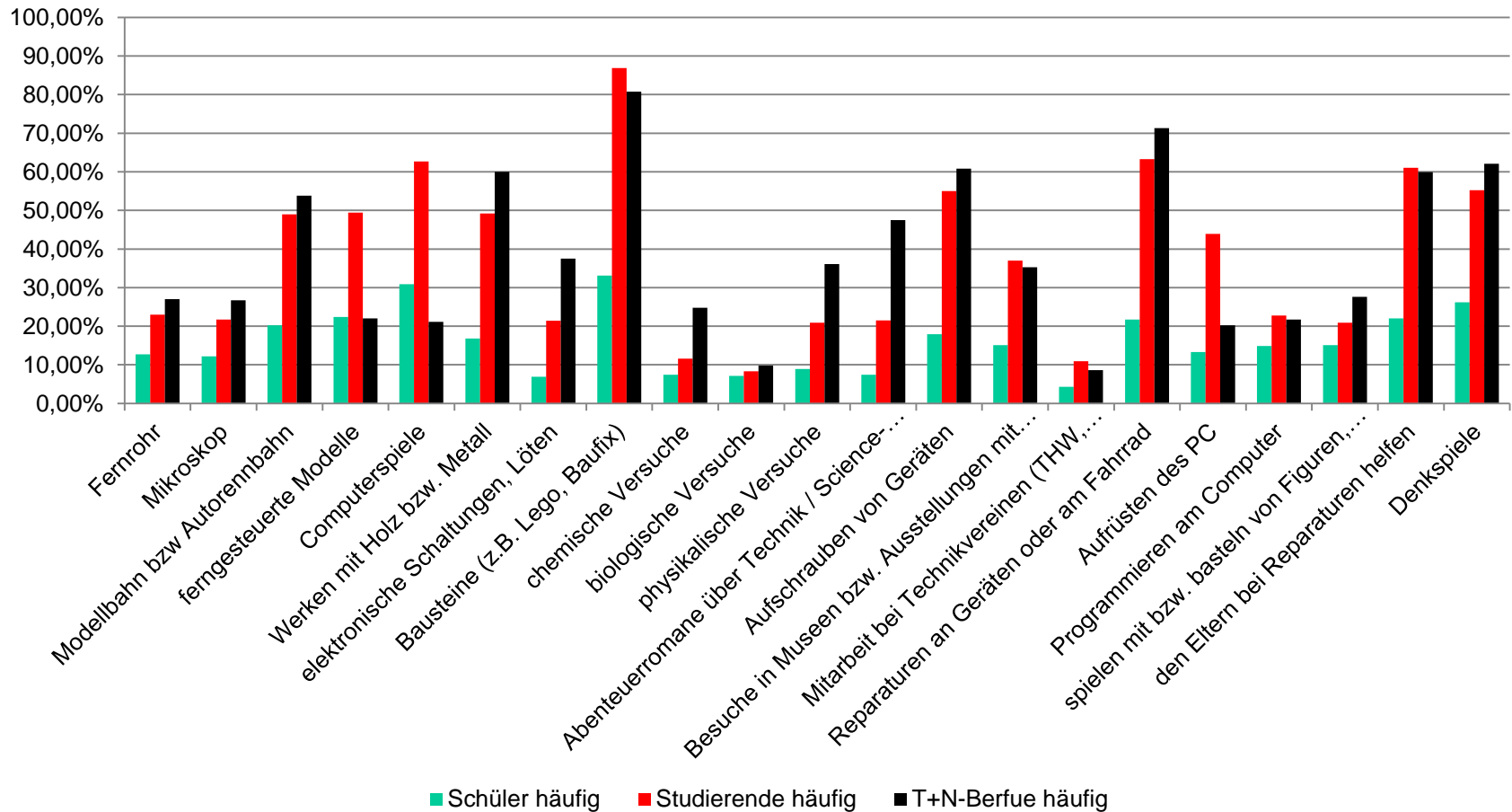


Empirische Befunde zum Technikverständnis

- Nur ca. 10% der Schüler/Innen wissen um das moderne Technikverständnis*. Hingegen haben ca. 2/3 ein eher „mechanisch“ (i.e. Technik=Maschinen) und „biologisch“ (Technik dient dem Menschen um seine biologischen Fähigkeiten zu erweitern) geprägtes Technikverständnis (entspricht dem Technikstand des 19 Jahrhunderts)
- Analoge Befunde finden sich beim Verständnis von Naturwissenschaften. Es wird vorwiegend mit den realen Schulfächern assoziiert, nicht mit dem wissenschaftlichen Verständnis vom Erkennen und Verstehen der Welt
- (*) *(i.e Technik als Mittel des Menschen Umwelt nach seinen Bedürfnissen zu gestalten).*



Erinnerte Spielbezüge in Kindheit und Jugend: Spielerische Anknüpfungspunkte – zum Spaßcharakter der Technik



Technikfeen und Zauberlehrlinge als humanistisches Bildungsideal



Nach vorliegenden Studien interessieren sich zwischen 22% (LeMoTech II, 5.-6.Klasse), 31% (LeMotech I, 8-12.Klasse) und bis zu 33% (Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften 8-12.Klasse) von Schüler/innen für Technik.

Normativ: Sie wollen gefördert werden, Technik umfangreich kennenlernen und anwenden.

Zum Vergleich: Für Sprachen interessieren sich ca. 30% der Schüler/Innen, für Naturwissenschaften ca. 23-25%, für Sport ca. 45% u.a.

Allerdings: Nur ca. 25-30% entscheiden sich für einen MINT-Beruf



Experimente – Ja Bitte! Didaktik und Methoden

Name	Anzahl	Anteil in %
Beratung und Förderung	121	13,3
Besichtigungen	98	11,0
Experimente	385	43,3
Fortbildungen	161	18,1
Informationen	241	27,1
Initiativen und Veranstaltungen	104	11,7
Internetplattform	13	1,5
Mentoring	37	4,2
Netzwerken	57	6,4
Neues Lernen	100	11,2
Praxis- und Projektarbeit	230	25,9
Schule und Unterricht	123	13,8
Studien- und Berufsorientierung	154	17,3
Vorträge	115	12,9
Wettbewerbe	123	13,8
Workshops	100	11,2
Sonstiges	60	6,7

MoMotech-Evaluationsstudie Evaluation2009



Schüler-Ingenieur-Akademie: Technikbezüge in der Kindheit

Haptik und Technik - Konstruieren und Programmieren

(in %, n >= 500)

Fernrohr	29	Physikalische Experimente	32
Mikroskop	56	Modellbahn	55
Werken mit Holz	77	Modellautos	69
Werken mit Metall	28	Ferngesteuerte Modelle	72
Technische Baukästen	87	Reparaturen Mofa / Auto	22
Elektronische Schaltungen	36	Elekt. Musikinstrumente	30
Experimentierkästen	34	Nähmaschine	15
Innenleben elekt. Geräte	48	Technische Romane	24
Aufrüsten Computer	46	Science Fiction	37
Chemische Experimente	30	Sachbücher	42





Neue Lern- und Lehrformate = neues Bildungsverständnis?

- ISBM (Inquiry Science Based Method), forschendes und begleitendes Lernen
- Interdisziplinarität nimmt zu (Bionik, Photonik, Mechatronik)
- Frühe Vermittlung und spielerische Kontakte mit MINT-Lernbezügen
- Erhöhte Bedeutung der Praxiskomponente und eigen-ständiges Experimentieren (Trial + Error)
- Interessen- und Talentförderung erfordern spezifische Bildungsangebote (Ausdifferenzierung)
- Abstrahierungsvermögen ist neurologisch wesentlich früher vorhanden als bisher angenommen wurde (TNZ, Piaget)
- Technische Medien werden für das Lernen immer bedeutsamer
- Lernen zu Lernen wird zum reflexiven Lernziel (Autobezug)



Der Evaluata-Raptor: Der MINT-Godzilla

Viel Panzer – wenig Hirn – deshalb ausgestorben – Bildung hilft



Interne Lehr- und Programmevaluation

- Eine beständige Evaluation der bestehenden Ausbildungswege für MINT-Lehrkräfte und für MINT-Konzepte ist sinnvoll, um Best Practice-Ansätze zu etablieren.
- Eine Effektevaluation auf Seiten der Zielgruppen sollte diese Lehrevaluation ergänzen
- Die Ergebnisse sollten mit allen involvierten Gruppen diskutiert werden im Sinne einer wissenschaftlich fundierten Politikberatung
- Wissenschaftliche Modellprojekte sollten neue Lehr- und Lernmethoden beständig zur Disposition stellen (Modellschulen), um Erkenntnisgewinne der Wissenschaft schneller in die Unterrichtspraxis umzusetzen (sowohl inhaltlich als auch methodisch)





Wie wird MINT mehr sexy

Mehr Vertrauen in dynamische Struktur der Bildungsinhalte: Konventionen + Innovationen

Atraktives Image: mehr PUSH-Aktivitäten, reale Berufsprofile verdeutlichen

Reduktion ökonomischer Bezüge: Sozialer MINT-Sinn in den Vordergrund stellen

Improving Didactic: ISBM-Konzept, ko-konstruktives Lernen fördern, Praxis und Projekte

Life Sciences: Verdeutlichen der Alltagsbezüge von MINT und ihrer Interdisziplinarität

Young Professionals: Talentförderung ausbauen, aber MINT-Allgemeinbildung nicht vergessen

Neue Bildungskultur: MINT-Allgemeinbildung und MINT-Talentförderung



Für Rückfragen, Kontaktierung, Informationen und Diskussionen (-;-)

DLR Stuttgart

Abteilung Systemanalyse und Technikbewertung (STB)

Prof. Dr.. Uwe Pfenning

✉ [WankelstraÙe 5 \(STEP\) , 70563 Stuttgart](mailto:WankelstraÙe 5 (STEP) , 70563 Stuttgart)

💻 uwe.pfenning@dlr.de

☎ 0711 6862 545 / 0711 6862 370



Bei Risiken und Nebenwirkungen fragen Sie bitte ihren Wissenschaftler:

- Informationen zu den Projekten erhalten Sie über:
- www.acatech.de (Studien Nabatech und Momotech)
- www.uni-stuttgart.de (Standort des Projektzentrums, LeMoTech I-II)
- www.dialogik-expert.de (Evaluationsstudien IdeenPark 2008, 2011)
- www.bbaw.de (Studie internationaler Vergleich MINT-Bildung, NOMOS-Verlag)
- www.tecnopedia.de (Datenbank zu Projekten und Didaktik)
- www.iwköln.de (MINTMETER und Initiative MINTZUKUNFT schaffen)

